

证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2002 11 02

申 请 号： 02 1 50111.4

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 传输网络约束路径计算方法

申 请 人： 华为技术有限公司

发明人或设计人： 罗贤龙

中华人民共和国
国家知识产权局局长

王景川

2003 年 6 月 3 日

权 利 要 求 书

1. 一种传输网络约束路径计算方法，其特征在于包括下列步骤：
 - a. 收集各节点直接相连的链路属性的信息，获得链路所属保护实体的编号；
 - b. 按照协议标准洪泛，将收集到的信息扩散到其他节点；
 - c. 按各个链路所属保护实体的编号将各个节点重新组合，形成整个网络中各个保护实体的拓扑结构和相关链路属性信息；
 - d. 进行传输网约束路径的计算。
- 10 2. 如权利要求 1 所述的传输网络约束路径计算方法，其特征在于所述步骤 a 还包括获取链路的可用带宽、链路的保护能力、链路的本地接口 IP 地址和远端接口 IP 地址的步骤。
- 15 3. 如权利要求 1 或 2 所述的传输网络约束路径计算方法，其特征在于步骤 a 中收集各节点直接相连的链路属性的信息还包括通过特定的软件接口查询光网络设备的用户配置信息的步骤。
4. 如权利要求 1 所述的传输网络约束路径计算方法，其特征在于所述步骤 b 的协议标准是开放最短路径优先协议。
- 20 5. 如权利要求 1 所述的传输网络约束路径计算方法，其特征在于所述步骤 b 中将收集到的信息扩散到其他节点是通过链路状态广播的报文装载所收集到的信息并扩散到其他节点。
- 25 6. 如权利要求 1 所述的传输网络约束路径计算方法，其特征在于所述步骤 d 的计算包括下列步骤：
 - d1. 使用路径集保存最短路径树的信息，使用尝试路径集保存找到最短路径之前的尝试节点的信息；
 - d2. 将参加计算的节点放入路径集中，尝试路径集中预先放入计算节点的邻居节点；

5 d3. 当一个节点被放入路径集时，检查该节点到各个邻居节点的链路，

如果邻居节点已经存在于路径集中，表示新路径是一条较长的路径，这时忽略新路径；如果邻居节点存在于尝试路径集中，并且新路径更短，则用新路径代替老路径；如果新路径和尝试路径集中的路径同样长，则邻居节点有等价的路径；

如果邻居节点不在尝试路径集中，则首先裁减不满足业务约束条件的链路和节点，并把满足业务约束条件的链路对应节点放入尝试路径集；

10 d4. 将尝试路径集中有最小代价的节点放入路径集中；

d5. 当尝试路径集为空或目的节点已经存在于路径集中，路由计算结束；

15 7、如权利要求 6 所述的传输网络约束路径计算方法，其特征在于进一步包括以下步骤：

d6. 如果存在等价路径，采用策略选择最合适的路径；

d7. 如果业务经过复用段保护环，则对于复用段保护环上所有节点分配一致的时隙；

20 d8. 如果需要同时输出保护路径，则根据保护环的特点输出基于 SDH/SONET 保护拓扑的保护路径。

8. 如权利要求 6 所述的传输网络约束路径计算方法，其特征在于所述步骤 d3 还包括下列步骤：

25 如果用户需要的是 1:1 型的保护，则计算基于复用段保护保护环或复用段保护保护链的保护路径，能够放入尝试路径集的节点可以是在复用段保护保护环或复用段保护保护链上的节点；

在经过保护环时，需要将保护环上所有能满足业务约束条件和保护要求的其他节点都放入尝试路径集。

说 明 书

传输网络约束路径计算方法

5 技术领域

本发明涉及一种传输网络约束路径计算方法，特别涉及一种基于 SDH（同步数字体系）/SONET（同步光网络）保护的传输网络约束路径计算方法。

10 背景技术

目前的传输网络主要是基于 SDH（同步数字体系）/SONET（同步光网络）技术的，在实际的设备运营中，端到端的业务配置主要是根据客户需要手工配置的。为了提高传输网络的可运营性，国际上提出了自动传输网络的概念，其主要功能就是支持业务的端到端自动配置。
15 目前国际上提出的与本发明最相近的实现方案是流量工程技术中的 CSPF 算法（约束最短路径计算方法），此算法的基本思路是在网格形网络中，通过使用基于约束的最短路径算法计算出端到端的最优路径，其考虑的约束主要包括：带宽、管理组、禁止节点等。基本算法如下：

20 CSPF 算法使用两个名为 PATHS（路径集）和 TENT（尝试路径集）的数据库。PATHS 中保存了最短路径树的信息，而 TENT 中包含了在找到最短路径之前的尝试节点的信息。仅仅当找到了到达一个节点的最短路径时，该节点才会放入 PATHS 数据库中。

CSPF 算法计算的步骤如下：

- 25 1) 将参加计算的节点放入 PATHS 中（表示没有比到它自身更短的路径存在），TENT 中预先放入计算节点的邻居节点；
2) 当一个节点被放入 PATHS 时，检查该节点到各个邻居节点的链路。如果邻居已经存在于 PATHS 中，表示新路径是一条较长的路径，这时忽略新路径；如果邻居存在于 TENT 中，并且新路径更短，则用新路径代替老路径。如果新路径和 TENT 中的路径同样长，则邻居有
30

等价的路径。如果邻居节点不在 TENT 中，则在将节点移到 TENT 之前，裁减不满足 LSP (LSP: Label Switching Path 标签交换路径) 约束条件的链路和节点，并把满足 LSP 约束条件的链路对应节点放入 TENT；

- 5 3) 将 TENT 中有最小代价的节点放入 PATHS 中；
- 4) 当 TENT 为空时或者 TENT 中有最小代价的节点是目的节点，路由计算结束，输出计算结果；否则，跳转到步骤 2。

上述现有技术的缺点是：由于现有技术是基于网格形网络设计的，并没有考虑传输网络固有保护机制的特点，因此按照现有技术的路径计算方法不能够满足计算出满足 SDH/SONET 保护需要的最短路径。

这样，就有必要提供一种在传输网络中端到端的最优约束业务路径计算方法。为了在传输网络上提供业务自动配置能力，智能光网络设备必须具有端到端的优化业务路径自动计算能力。同时，原有的传输网络本身具有完善的保护能力，比如传输网络提供了基于自动保护倒换协议的复用段保护环的保护能力，智能光网络设备需要能够兼容原有传输网络保护的能力。

20 附图说明

图 1 是本发明的传输网络约束路径计算方法的方框图；

图 2 是描述本发明的洪泛过程的示意图。

发明内容

25 本发明的目的是提供一种基于 SDH (同步数字体系) / SONET (同步光网络) 保护的传输网络约束路径计算方法，该方法能够基于传输网络的固有保护类型自动的计算满足 SDH/SONET 保护需要的最短路径，且有效地减少重复计算的次数。

30 为实现本发明的目的，我们提供一种传输网络约束路径计算方法，

其包括下列步骤： a. 收集各节点直接相连的链路属性的信息，获得链路所属保护实体的编号； b. 按照协议标准洪泛，将收集到的信息扩散到其他节点； c. 按各个链路所属保护实体的编号将各个节点重新组合，形成整个网络中各个保护实体的拓扑结构和相关链路属性信息； d. 进行传输网络约束路径的计算。
5

所述的传输网络约束路径计算方法，其中所述步骤 a 还包括获取链路的可用带宽、链路的保护能力、链路的本地接口 IP 地址和远端接口 IP 地址的步骤。

10 所述的传输网络约束路径计算方法，其中步骤 a 中收集各节点直接相连的链路属性的信息还包括通过特定的软件接口查询光网络设备的用户配置信息的步骤。

15 所述的传输网络约束路径计算方法，其中所述步骤 b 的协议标准是开放最短路径优先协议。

20 所述的传输网络约束路径计算方法，其中所述步骤 b 中将收集到的信息扩散到其他节点是通过链路状态广播的报文装载所收集到的信息并扩散到其他节点。

25 所述的传输网络约束路径计算方法，其中所述步骤 d 的计算包括下列步骤： d1. 使用路径集保存最短路径树的信息，使用尝试路径集保存找到最短路径之前的尝试节点的信息； d2. 将参加计算的节点放入路径集中，尝试路径集中预先放入计算节点的邻居节点； d3. 当一个节点被放入路径集时，检查该节点到各个邻居节点的链路，如果邻居节点已经存在于路径集中，表示新路径是一条较长的路径，这时忽略新路径；如果邻居节点存在于尝试路径集中，并且新路径更短，则用新路径代替老路径；如果新路径和尝试路径集中的路径同样长，则邻居节点有等价的路径；如果邻居节点不在尝试路径集中，则首先裁减不满
30

足业务约束条件的链路和节点，并把满足业务约束条件的链路对应节点放入尝试路径集；d4. 将尝试路径集中有最小代价的节点放入路径集中；d5. 当尝试路径集为空或目的节点已经存在于路径集中，路由计算结束；

5

所述的传输网络约束路径计算方法，其中进一步包括以下步骤：
d6. 如果存在等价路径，采用策略选择最合适路径；d7. 如果业务经过复用段保护环，则对于复用段保护环上所有节点分配一致的时隙；d8. 如果需要同时输出保护路径，则根据保护环的特点输出基于
10 SDH/SONET 保护拓扑的保护路径。

所述的传输网络约束路径计算方法，其中所述步骤 d3 还包括下列
15 步骤：如果用户需要的是 1:1 型的保护，则计算基于复用段保护保护环或复用段保护保护链的保护路径，能够放入尝试路径集的节点可以是在复用段保护保护环或复用段保护保护链上的节点；在经过保护环时，需要将保护环上所有能满足业务约束条件和保护要求的其他节点都放入尝试路径集。

综上所述，本发明具有如下优点：本发明能够基于传输网络的固
20 有保护类型，计算出满足约束条件的最短路径；由于采用了预先计算保护拓扑的方法，本发明可以有效的减少重复计算的次数，提高了约
束路径计算的实时性。

具体实施方式

25 本发明的技术方案主要分为两个部分：保护实体拓扑信息的扩散和重构、基于 SDH（同步数字体系）/SONET（同步光网络）保护拓扑的约束路由计算。

30 保护实体的拓扑信息扩散是通过 OSPF 协议（开放最短路径优先协议，其是一种内部网关协议）的洪泛过程实现的：我们将保护实体

5

的信息，如某条链路属于哪一个保护环，作为该链路的链路属性存储在 LSA（链路状态广播）中洪泛。洪泛的过程符合 RFC2328（RFC: Request for Comments 建议请求）的要求。网络中的节点获取了整个网络的各个链路属性信息后，按照各条链路所属保护实体的编号将各个节点重新组合，形成整个网络中各个保护实体的拓扑结构（按照节点的相互连接关系，使用链表串接起来）和相关链路属性信息。

如图 1 所示，一个完整的约束路由计算过程包括 4 个步骤：

1. 收集本节点信息直接相连的链路属性，这些属性包括链路的可用带宽、链路的保护能力、链路的本地接口 IP 地址和远端接口 IP 地址等。特别要指出的是，此链路所属的 MSP(Multiplex Section Protection, 复用段保护)保护实体编号，即保护组 ID (Identifier, 标识符)，是需要收集的最重要的链路属性之一。收集的方法是通过特定的软件接口查询光网络设备的用户配置信息。

15

2. 洪泛过程严格按照 OSPF (Open Shortest Path First 开放最短路径优先协议，是一种内部网关协议) 协议标准实现，这一点在 IETF (Internet Engineering Tasking Force 因特网工程组) 组织的标准文档 RFC2328 (Request for Comments) 中的第 13 章中有详细的描述。简单的说，就是一个把收集到的信息扩散到其他节点的过程，装载信息的报文名称叫做 LSA (Link State Advertisement 链路状态广播)。

20

如图 2 所示，网络中的任何光网元(ONE, Optical Network Element)都可以通过洪泛流程获取网络中所有链路的所属保护组信息。我们将保护实体的信息，如某条链路属于哪一个保护环，作为该链路的链路属性存储在 LSA（链路状态广播）中洪泛。因此洪泛完成后，网络中的每个节点都获取了整个网络的每条链路属性信息，接下来我们按照各条链路所属保护实体的编号将各个节点重新组合，形成整个网络中各个保护实体的拓扑结构（按照节点的相互连接关系，使用链表串接起来）和相关链路属性信息。

30

4、在重构了保护拓扑后，我们就可以进行基于 SDH 保护的约束路由计算了，算法如下：

5 我们使用 PATHS 保存了最短路径树的信息，使用 TENT 保存找到最短路径之前的尝试节点的信息，TENT 是一个排序集合，排序的依据是代价值；

10 1) . 将参加计算的节点放入 PATHS 中（表示没有比到它自身更短的路径存在），TENT 中预先放入计算节点的邻居节点；

15 2) . 当一个节点被放入 PATHS 时，检查该节点到各个邻居节点的链路。如果邻居已经存在于 PATHS 中，表示新路径是一条较长的路径，这时忽略新路径；如果邻居存在于 TENT 中，并且新路径更短，则用新路径代替老路径。如果新路径和 TENT 中的路径同样长，则邻居有等价的路径。如果邻居节点不在 TENT 中，则在将节点移到 TENT 之前，裁减不满足业务约束条件的链路和节点，并把满足业务约束条件的链路对应节点放入 TENT。如果用户需要的是 1:1 型的保护，则表明需要计算基于 MSP 保护环或 MSP 保护链的保护路径，这种情况下，能够放入 TENT 的节点可以是在 MSP 保护环或 MSP 保护链上的节点。此外，在经过保护环时，需要将保护环上所有能满足业务约束条件和保护要求的其他节点都放入 TENT；

20 3) . 将 TENT 中有最小代价的节点放入 PATHS 中；

25 4) . 当 TENT 为空或目的节点已经存在于 PATHS 中，路由计算结束；

5) . 如果存在等价路径，采用策略选择最合适路径；当到达同一目的地有多条等代价的路径时，就需要从中选择一条合适的路径作为输出，目前选择的策略有：随机选择、路径的剩余带宽率最大优先、路径的剩余带宽率最小优先三种方式；

30 6) . 如果业务经过 MSP 环，则对于 MSP 环上所有节点分配一致的时隙；对于需要 MSP 保护的业务，由于 MSP 保护本身要求 MSP 环上节点时隙一致才能够实现节点失效情况下的故障自动恢复，所以我们计算出来的路径也需要满足这个要求。实现的方法就是检查从入

环点到出环点的所有节点的时隙信息，并从中选择一致的时隙号，如果不存在，则此路径不可用；

7) . 如果需要同时输出保护路径，则根据保护环的特点输出基于 SDH/SONET 保护拓扑的保护路径。输出保护路径目前主要针对的是 MSP 保护环，工作路径计算完成后，如果还希望了解保护路径，则可以根据工作路径经过的保护环，输出保护路径（初始情况下，MSP 保护环上的保护路径指的是工作路径没有覆盖的另外一半环）。

本发明的描述，详细说明和以上提到的附图并不是用来限制本发明的。对本领域的普通技术人员来说，在本发明的教导下可以进行各种相应的修改而不会超出本发明的精神和范围，但是这种变化应包含在本发明的权利要求及其等效范围之内。

说 明 书 附 图

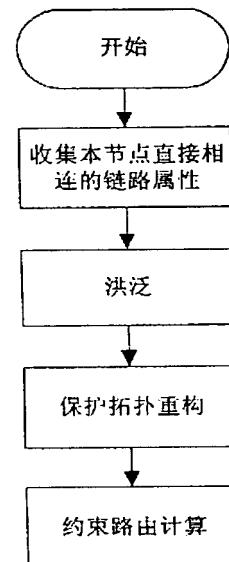


图 1

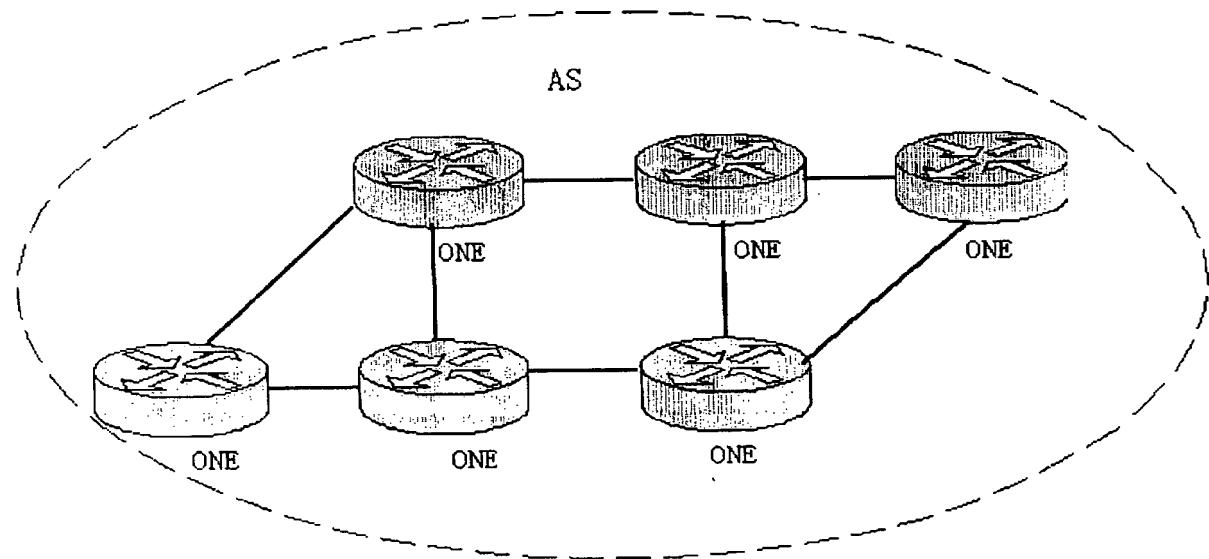


图 2